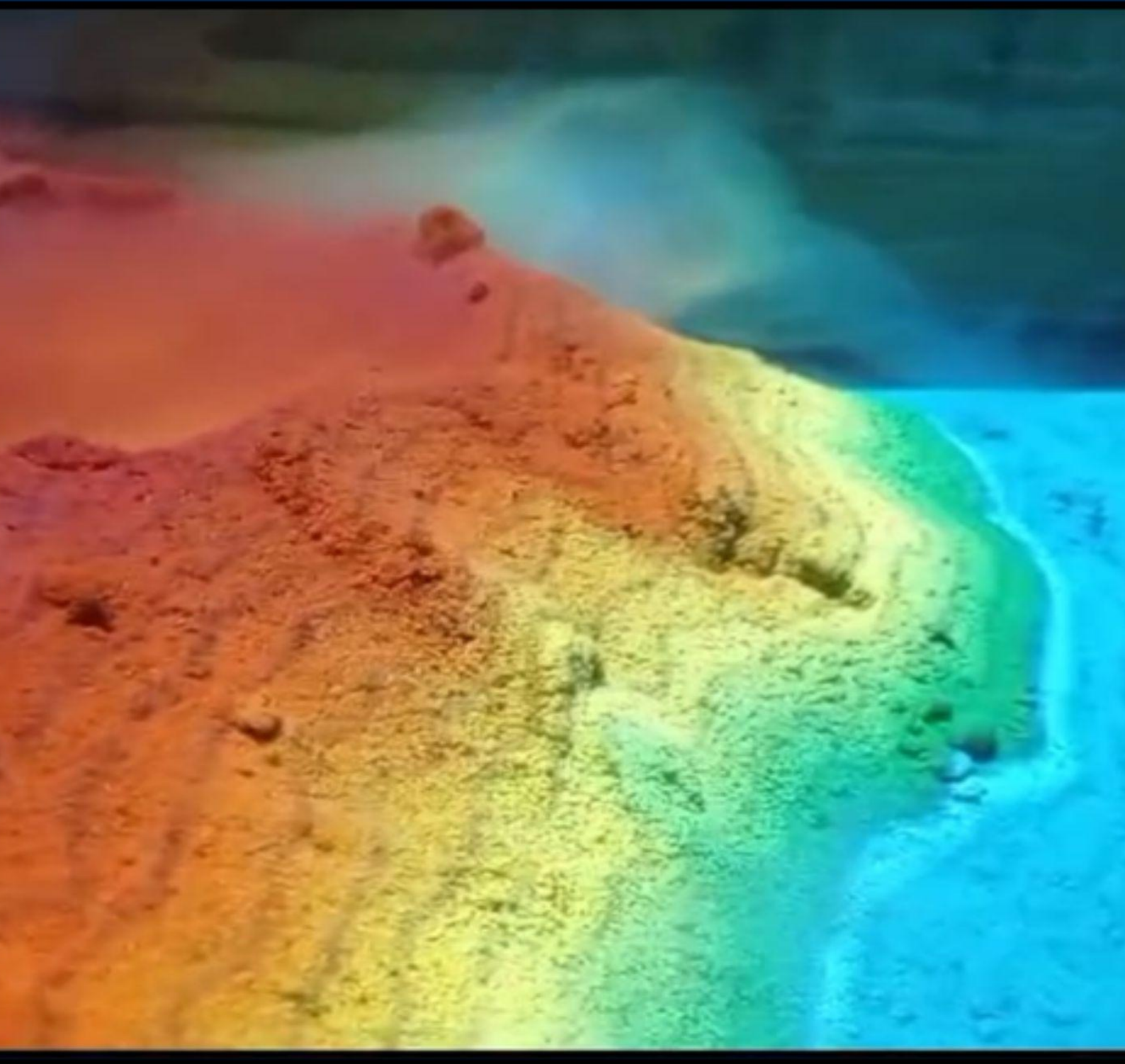
MANUAL DE INSTALAÇÃO DE HARDWARES E SOFTWARES DA CAIXA DE AREIA 3.0 COM REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO POR PRÁTICAS DE GEOGRAFIA

Luydh Marthnelly de Sousa



E-book

MANUAL DE INSTALAÇÃO DE HARDWARES E SOFTWARES DA CAIXA DE AREIA 3.0 COM REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO POR PRÁTICAS DE GEOGRAFIA

1ª EDIÇÃO

Autor

Luydh Marthnelly de Sousa

DOI: 10.47538/AC-2025.12

ISBN: 978-6-55321-002-8

9 786553 210028

EDITORA AMPLAMENTE

Ano 2025

E-book

MANUAL DE INSTALAÇÃO DE HARDWARES E SOFTWARES DA CAIXA DE AREIA 3.0 COM REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO POR PRÁTICAS DE GEOGRAFIA

1ª EDIÇÃO

Catalogação da publicação na fonte.

Sousa, Luydh Marthnelly de.

Manual de instalação de hardwares e softwares da caixa de areia 3.0 com realidade aumentada para o ensino por práticas de geografia [recurso eletrônico] / Luydh Marthnelly de Sousa. ─ 1. ed. ─ Natal, 2025.

PDF.
Bibliografia.
ISBN: 978-65-5321-002-8
DOI: 10.47538/AC-2025.12

1. Geografia – Estudo e ensino – Manual. 2. Geografia física – Manual. 3. Realidade virtual – Práticas de Geografia – Manual. I. Título.

CDU 911.2:004.5(035)
S725m

Elaborada por Mônica Karina Santos Reis CRB-15/393
Direitos para esta edição cedidos pelos autores

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE HUMANIDADES – CH
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA – UAG
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE GEOGRAFIA EM REDE NACIONAL - PROFGEO

Creative Commons. Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC-BY-NC-ND).

Ano 2025

CONSELHO EDITORIAL

Dra. Andreia Rodrigues de Andrade
Dra. Camila de Freitas Moraes
Ms. Caroline Rodrigues de Freitas Fernandes
Dra. Claudia Maria Pinto da Costa
Dr. Damião Carlos Freires de Azevedo
Me. Danilo Sobral de Oliveira
Dra. Danyelle Andrade Mota
Dra. Dayana Lúcia Rodrigues de Freitas
Dra. Elane da Silva Barbosa
Dra. Eliana Campêlo Lago
Dr. Elias Rocha Gonçalves
Dr. Everaldo Nery de Andrade
Dra. Fernanda Miguel de Andrade
Dr. Izael Oliveira Silva
Me. Luciano Luan Gomes Paiva
Dra. Mariana Amaral Terra
Dr. Máximo Luiz Veríssimo de Melo
Dra. Mayana Matildes da Silva Souza
Dr. Maykon dos Santos Marinho
Dr. Milson dos Santos Barbosa
Dra. Mônica Aparecida Bortoletti
Dra. Mônica Karina Santos Reis
Dr. Raimundo Alexandre Tavares de Lima
Dr. Romulo Alves de Oliveira
Dra. Rosangela Couras Del Vecchio
Dra. Smalyanna Sgren da Costa Andrade
Dra. Viviane Cristhyne Bini Conte
Dr. Wanderley Azevedo de Brito
Dr. Weberson Ferreira Dias

CONSELHO TÉCNICO CIENTÍFICO

Ma. Ana Claudia Silva Lima
Me. Carlos Eduardo Krüger
Ma. Carolina Pessoa Wanderley
Ma. Daniele Eduardo Rocha
Me. Francisco Odécio Sales
Me. Fydel Souza Santiago
Me. Gilvan da Silva Ferreira
Ma. Iany Bessa da Silva Menezes
Me. João Antônio de Sousa Lira
Me. José Flôr de Medeiros Júnior
Me. José Henrique de Lacerda Furtado
Ma. Josicleide de Oliveira Freire
Ma. Luana Mayara de Souza Brandão
Ma. Luma Mirely de Souza Brandão
Me. Marcel Alcleante Alexandre de Sousa
Me. Márcio Bonini Notari
Ma. Maria Antônia Ramos Costa
Me. Maria Aurélia da Silveira Assoni
Ma. Maria Inês Branquinho da Costa Neves
Ma. Maria Vandia Guedes Lima
Me. Marlon Nunes Silva
Me. Paulo Roberto Meloni Monteiro Bressan
Ma. Sandy Aparecida Pereira
Ma. Sirlei de Melo Milani
Me. Vanilo Cunha de Carvalho Filho
Ma. Viviane Cordeiro de Queiroz
Me. Wildeson de Sousa Caetano
Me. William Roslindo Paranhos

Ano 2025

APRESENTAÇÃO

Vivemos em uma era em que o avanço tecnológico redefine, a cada dia, as possibilidades de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a educação geográfica se transforma profundamente, buscando meios mais eficazes, interativos e envolventes para despertar o interesse dos estudantes e promover uma compreensão mais ampla e prática dos fenômenos naturais e humanos. É nesse cenário de inovação pedagógica que surge a Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada, uma ferramenta que une ciência, tecnologia e prática educativa, consolidando-se como um recurso diferenciado para o ensino de Geografia.

Este manual foi desenvolvido com o objetivo de orientar, de forma clara e acessível, a instalação e a utilização dos hardwares e softwares que compõem essa tecnologia inovadora. A proposta é facilitar a implementação da Caixa de Areia 3.0 nas instituições de ensino, contribuindo para que mais educadores e estudantes possam explorar suas múltiplas potencialidades. Ao tornar o processo técnico mais compreensível, este livro abre caminhos para uma maior difusão dessa prática educacional transformadora.

A partir de sua versão 2.0, a caixa de areia já demonstrava grande eficiência pedagógica ao possibilitar, por exemplo, simulações realistas de chuvas e escoamentos. Os estudantes podiam observar, em tempo real, o comportamento da água sobre diferentes relevos, identificando bacias hidrográficas, fluxos de rios e áreas sujeitas a alagamentos. Com a versão 3.0, novos aprimoramentos foram incorporados, ampliando a interatividade e a precisão das simulações, além de facilitar a instalação do sistema por meio de atualizações nos componentes de software e hardware.

Mais do que um simples recurso tecnológico, a caixa de areia interativa representa uma nova linguagem didática para o ensino de Geografia. Ao permitir a vivência prática de conteúdos muitas vezes abstratos, essa ferramenta favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da análise espacial entre os alunos. Fenômenos como enchentes, rompimento de barragens e alterações no relevo deixam de ser apenas temas dos livros

didáticos para se tornarem experiências visuais e táteis, estimulando a curiosidade e o engajamento dos estudantes.

Além de seu potencial educativo, a Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada contribui significativamente para a formação cidadã, ao promover reflexões sobre riscos ambientais, planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e prevenção de desastres. Ao compreenderem de forma concreta os impactos das ações humanas no meio ambiente, os alunos são incentivados a desenvolver uma postura mais consciente e crítica diante das questões socioambientais que os cercam.

Contudo, para que essa tecnologia seja plenamente aproveitada, é fundamental que sua instalação e uso sejam realizados de forma adequada. Por isso, este manual detalha cuidadosamente cada etapa do processo de configuração, desde os componentes físicos até os ajustes no software, buscando orientar professores, técnicos e demais profissionais envolvidos na implementação da ferramenta. O objetivo é tornar o processo o mais prático e acessível possível, mesmo para aqueles que não possuem conhecimento avançado em tecnologia.

Sabemos, também, que o uso da Caixa de Areia 3.0 deve estar sempre acompanhado pela mediação pedagógica consciente e crítica do professor. Afinal, a tecnologia por si só não garante aprendizagem significativa: ela precisa ser contextualizada, explorada de forma reflexiva e articulada aos objetivos curriculares. Assim, este manual não se limita ao aspecto técnico, mas convida o educador a refletir sobre o potencial didático da ferramenta em suas práticas cotidianas.

Convidamos você, leitor, a mergulhar nesta leitura com espírito curioso e mente aberta. Este manual não é apenas um guia de instalação — é um convite à experimentação, à inovação e à transformação do ensino de Geografia. Esperamos que, ao final da leitura, você esteja pronto para construir, ativar e explorar sua própria Caixa de Areia 3.0, levando seus alunos a descobertas instigantes e vivências que farão da sala de aula um espaço ainda mais dinâmico, significativo e transformador.

Boa leitura!

Editora Amplamente

SUMÁRIO

- PARTE I - 8
PROJETO BASE: A CAIXA DE AREIA 2.0 COM REALIDADE AUMENTADA 8
1.1 POSSIBILIDADES DE ADEQUAÇÃO PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA 10
1.2 ADEQUAÇÃO DE HARDWARES PARA A VERSÃO 3.0 12

- PARTE II - 33
COMPONENTES DO SISTEMA: HARDWARES E SOFTWARES 33
2.1 DO PROCESSO DE SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DE SOFTWARES 35
2.2 INICIANDO A INSTALAÇÃO 38
2.2.1 Configurar a Ordem de Boot e instalar o sistema operacional..... 38
2.2.2 Iniciar com o Pen-drive..... 38
2.2.3 Testar o Linux Mint (Opcional) 38
2.3. CONFIGURAÇÕES INICIAIS DO LINUX MINT..... 39
2.4 CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO 41
2.4.1 Atualização do Sistema 41
2.5 INSTALAÇÃO, EXECUÇÃO E USO DO PROJETO..... 44

CONCLUSÃO..... 48

REFERÊNCIAS..... 50

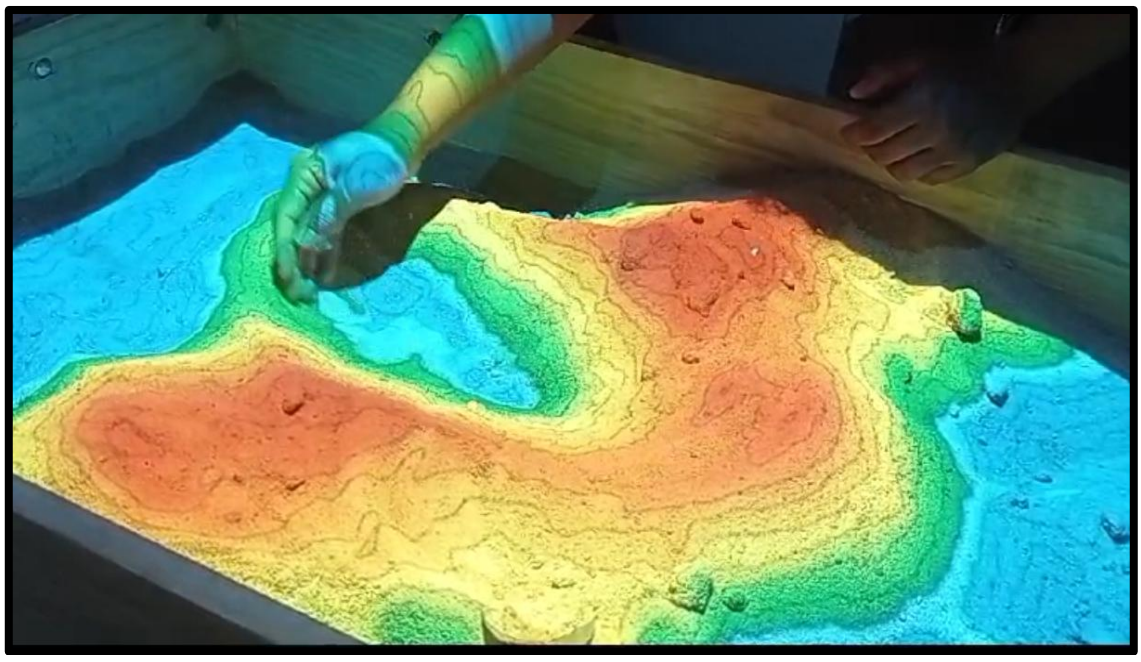
INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR..... 54

- PARTE I -

PROJETO BASE: A CAIXA DE AREIA 2.0 COM REALIDADE AUMENTADA

A Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada, em sua configuração original, 2.0 (Figura 01), oferecia um conjunto de funções e aplicações no Ensino de Geografia. Ao combinar recursos tecnológicos com elementos físicos tangíveis, essa ferramenta educacional proporciona aos alunos uma experiência interativa e imersiva, permitindo a compreensão prática de fenômenos relacionados à precipitação e hidrografia. Uma das principais funções da caixa de areia é a simulação de chuva. Por meio do projetor e da tecnologia de Realidade Aumentada, os estudantes podem observar virtualmente a ocorrência de chuvas.

Figura 01- Versão original da Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2023.

Essa simulação dinâmica possibilita analisar como a água se comporta em terrenos variados, como ela flui naturalmente por rios, córregos e bacias hidrográficas e como as áreas de maior ou menor inclinação afetam o escoamento das águas. Essa

visualização interativa promove uma compreensão mais profunda sobre a relação entre a precipitação e a dinâmica do escoamento superficial, enriquecendo o aprendizado dos estudantes sobre os processos hidrológicos.

Outra aplicação importante da caixa de areia é a simulação de enchentes, inundação e alagamento. A partir da criação de chuvas intensas e contínuas, os alunos podem observar como esses eventos naturais podem resultar em áreas inundadas, proporcionando uma visão realista dos impactos que esses fenômenos podem causar no ambiente e nas comunidades humanas. Por meio dessa simulação, é possível identificar áreas de risco e discutir a importância do planejamento urbano adequado, da gestão de bacias hidrográficas e de medidas de prevenção e mitigação de desastres naturais.

Além disso, a caixa de areia interativa possibilita simular o rompimento de barragens. Essa funcionalidade permite aos estudantes a análise do fluxo de água e dos efeitos erosivos resultantes de tal ocorrência, compreendendo as consequências ambientais e sociais que podem advir de eventos desse tipo. Essa simulação é relevante para a discussão sobre a segurança de infraestruturas hídricas e a importância de monitoramento e manutenção adequados de barragens. Outro aspecto importante da caixa de areia é a aferição constante em relação às curvas de nível. Com o auxílio da tecnologia de Realidade Aumentada, os alunos têm acesso a curvas de nível, o que permite uma análise precisa das características topográficas do terreno simulado. Essa visualização facilita a compreensão dos conceitos relacionados à representação do relevo em mapas topográficos e sua relevância para a análise do terreno em estudos geográficos.

No contexto do Ensino de Geografia, a Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada tem vastas aplicações pedagógicas. Ela pode ser utilizada para aulas sobre nascentes, bacias hidrográficas e áreas de risco, bem como para explorar as implicações humanas decorrentes dos fenômenos naturais anteriormente citados. Ao vivenciar de forma prática e interativa os conceitos teóricos, os alunos são estimulados a desenvolver habilidades de pensamento crítico e análise, além de compreender as complexas interações entre o meio ambiente e a sociedade.

Entretanto, apesar de suas vantagens, a Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada possui alguns limites no Ensino de Geografia. Um dos principais limites é a configuração original, que restringe a representação de alguns fenômenos específicos

discutidos na próxima seção, além de outros aspectos importantes da Geografia, como os inerentes à atmosfera, que não são contemplados nessa configuração e requerem abordagens complementares. Além disso, a interpretação dos resultados das simulações pode ser complexa para alguns alunos, especialmente aqueles com pouca familiaridade com conceitos geográficos.

Nesse sentido, a orientação adequada por parte do professor é essencial para garantir o entendimento dos estudantes sobre os fenômenos observados e as implicações deles no contexto geográfico. Outro limite é a dependência tecnológica, pois a montagem e o funcionamento da caixa de areia interativa requerem equipamentos específicos, o que pode limitar sua disponibilidade em algumas instituições de ensino; portanto, é importante considerar a infraestrutura necessária para a implementação dessa tecnologia em sala de aula. Apesar desses limites, a Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada oferece uma abordagem adaptada para o Ensino de Geografia.

1.1 POSSIBILIDADES DE ADEQUAÇÃO PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA

Levando em consideração as limitações supracitadas do projeto, as possibilidades de adequação para o Ensino de Geografia com a Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada são vastas e têm o potencial de transformar a forma como os conceitos geográficos são abordados e compreendidos pelos alunos.

Uma das principais vantagens que devem ser consideradas no uso desse material didático é a possibilidade de visualização de fenômenos naturais que muitas vezes são complexos e ocorrem em escalas de tempo e espaço que tornam sua compreensão desafiadora para os alunos. Por meio de recursos tradicionais, como livros e imagens estáticas, esses fenômenos podem se tornar abstratos e distantes da realidade vivenciada pelos estudantes.

Com a Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada, essa realidade é transformada. Os alunos têm a oportunidade de interagir diretamente com representações dos fenômenos geográficos, criando simulações e observando resultados. A visualização

prática e dinâmica proporcionada pela caixa de areia permite que os estudantes compreendam como as variáveis climáticas, topográficas e hidrológicas se relacionam e influenciam o funcionamento do ecossistema terrestre. Melhoramentos fazem-se necessários para a ampliação da gama de fenômenos que nosso material será capaz de representar.

Portanto, o uso deste equipamento se orienta para criar condições para a formação de alunos com capacidade de integrar diferentes conceitos geográficos em uma única atividade. Ao abordar tópicos relacionados à hidrologia, à geomorfologia e à dinâmica de bacias hidrográficas em uma só simulação, por exemplo, os alunos podem entender como essas áreas de estudo estão interligadas e influenciam o funcionamento do sistema terrestre como um todo. Essa abordagem multidisciplinar permite uma visão mais completa e conectada da Geografia, incentivando a análise holística dos fenômenos naturais e sociais.

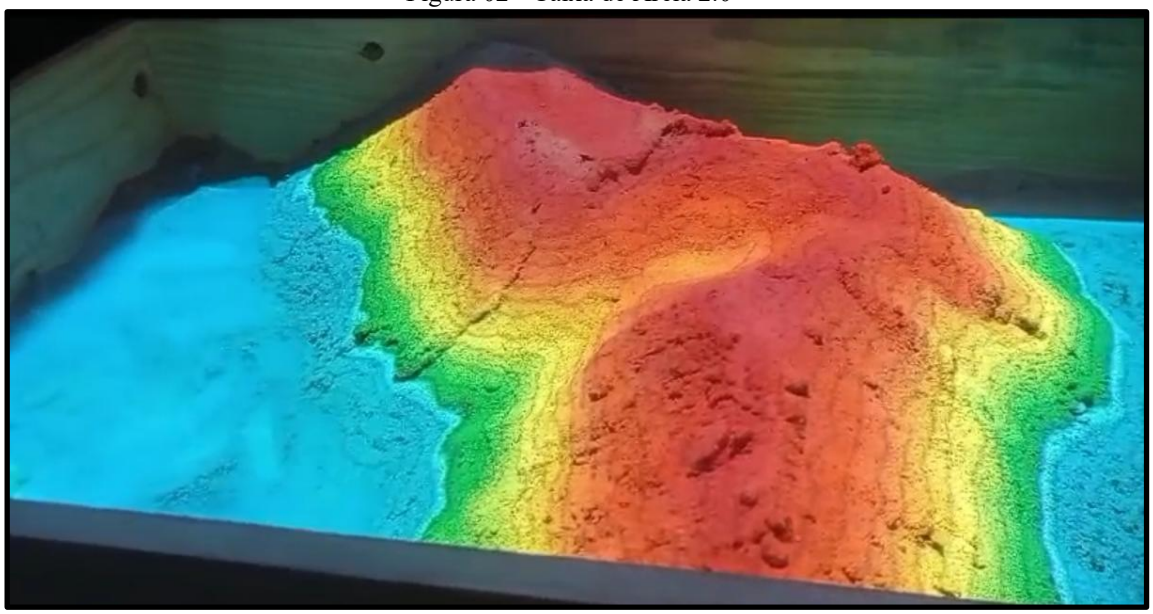
Além disso, a utilização da Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada deve estimular a criatividade e a inovação dos alunos. Ao criar projetos, simulações e soluções para problemas geográficos reais, os estudantes devem ser incentivados a pensar de forma mais independente e crítica. Essa liberdade de exploração promove uma cultura de aprendizado baseada na experimentação e no pensamento criativo, tornando o processo de ensino mais envolvente e enriquecedor.

Essa abordagem contextualizada torna a aprendizagem significativa e relevante para os estudantes, fortalecendo o vínculo entre o conhecimento acadêmico e a realidade vivenciada por eles. Além das implicações pedagógicas, a Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada também prepara os alunos para o uso responsável da tecnologia. Ao interagir com uma ferramenta avançada, os estudantes desenvolvem competências digitais e habilidades para utilizar recursos tecnológicos de forma crítica e consciente. Essa preparação é essencial para que os alunos se tornem cidadãos mais capacitados a lidar com os desafios tecnológicos da sociedade contemporânea.

1.2 ADEQUAÇÃO DE HARDWARES PARA A VERSÃO 3.0

A atualização e melhoramento do projeto original da Caixa de Areia 2.0 com Realidade Aumentada (Figura 02) são essenciais para atender às demandas por uma maior diversidade de fenômenos representáveis e para tornar o material didático mais completo assim justificando sua nomenclatura "3.0". A incorporação de equipamentos como microcontroladores Arduino, servo motores, piezoelétricos e mecanismos de movimentação automática da areia representam avanços tecnológicos significativos que ampliarão as possibilidades de uso e a eficiência da ferramenta pedagógica, portanto nesta seção apresentaremos três sugestão de equipamentos que podem ser adicionados ao projeto.

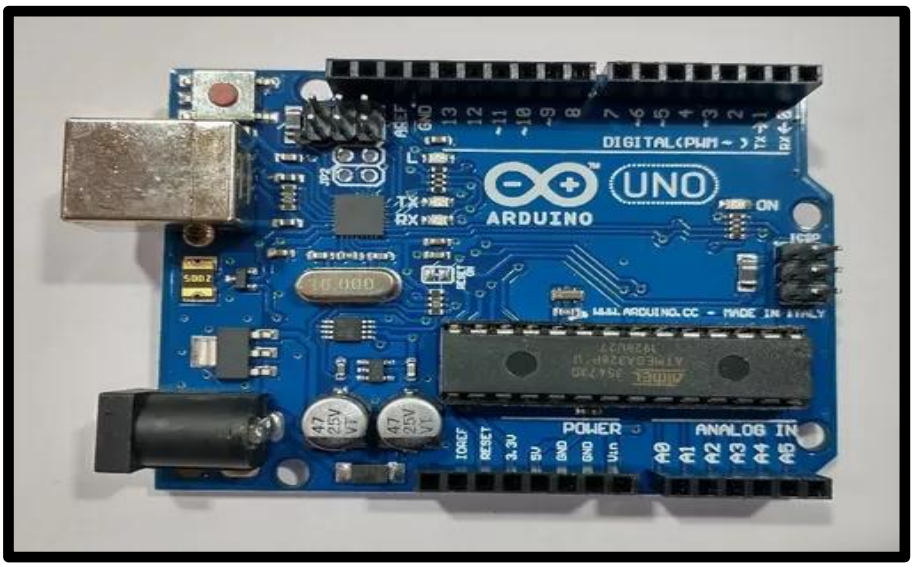
Figura 02 - Caixa de Areia 2.0



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2023.

A adição de microcontroladores Arduino (Figura 03) possibilita o controle e a automatização dos diversos dispositivos na caixa de areia por se tratar de uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que possibilita a criação de projetos interativos e sistemas eletrônicos de maneira acessível e flexível. Compreende tanto hardware quanto software, projetados para atender tanto iniciantes quanto entusiastas experientes em eletrônica e programação.

Figura 03 - Placa controladora (Arduino)



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2023.

No que tange ao hardware, um Arduino consiste em uma placa de circuito impresso (PCB) que incorpora um microcontrolador e pinos de entrada/saída. A diversidade de versões e modelos de placas oferece diferentes recursos e especificações. Entre esses recursos estão interfaces USB para programação e comunicação com computadores, além de pinos digitais e analógicos que podem ser programados para executar tarefas específicas. O software do Arduino, por sua vez, proporciona uma plataforma de programação que viabiliza a escrita e o carregamento de código no microcontrolador da placa. Esse ambiente de desenvolvimento engloba um editor de código, ferramentas de compilação e um programador embutido. Os programas, conhecidos como *sketches*, são redigidos em uma linguagem simplificada, baseada em C/C+ +, e podem ser transferidos para a placa por meio de uma conexão USB.

O Arduino possui diversas aplicações e características notáveis. Ele é amplamente utilizado para a prototipagem rápida de sistemas eletrônicos interativos, permitindo que ideias e projetos sejam testados de maneira eficiente e econômica. Além disso, é empregado no controle de hardware, envolvendo sensores (como de luz, temperatura e movimento) e atuadores (como motores e LEDs) para criar sistemas que reagem ao ambiente. Sua utilidade abrange desde projetos educacionais, nos quais desempenha um papel crucial no ensino de conceitos de eletrônica, programação e automação, até a automação residencial e industrial, possibilitando o controle de

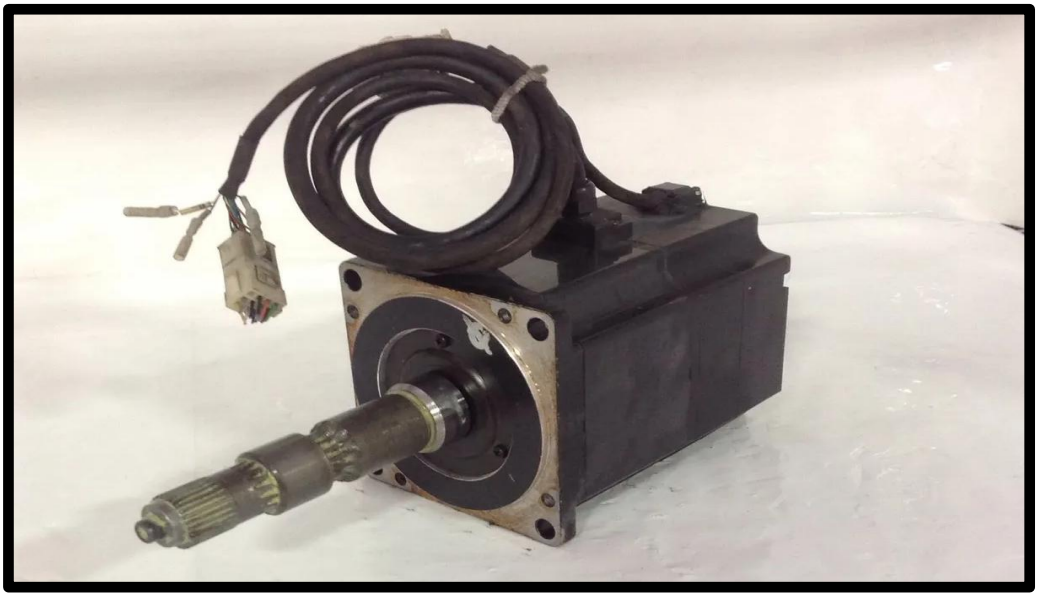
dispositivos e sistemas remotamente ou conforme determinadas condições. Na esfera da arte interativa, artistas utilizam o Arduino para dar vida a instalações, esculturas, performances e outras formas de expressão artística que envolvem tecnologia.

Além disso, o Arduino é aplicado em projetos de robótica, servindo para prototipar sistemas robóticos, controlar movimento e executar tarefas específicas em robôs. Sua natureza de código aberto fomenta uma comunidade global de desenvolvedores que compartilham projetos, código-fonte e conhecimento, transformando-o em um ecossistema colaborativo e em constante crescimento.

Com o uso de sensores e atuadores, é possível programar ações específicas, como a simulação de chuva, o controle do fluxo de água para representar o escoamento superficial, a movimentação de elementos para representar a formação de rios e bacias hidrográficas, entre outras interações. Isso permite uma maior fidelidade na representação dos fenômenos naturais e facilita a manipulação dos cenários pelos alunos e professores.

A utilização de servo motores e motores de passo (Figura 04) para a construção de mecanismos de movimentação automática da areia possibilita a criação de relevos dinâmicos e ajustáveis, permitindo simular de forma mais precisa e versátil a formação de dobramentos rochosos, dunas e outros processos geológicos e geomorfológicos.

Figura 04 - Servo motor e motor de passo



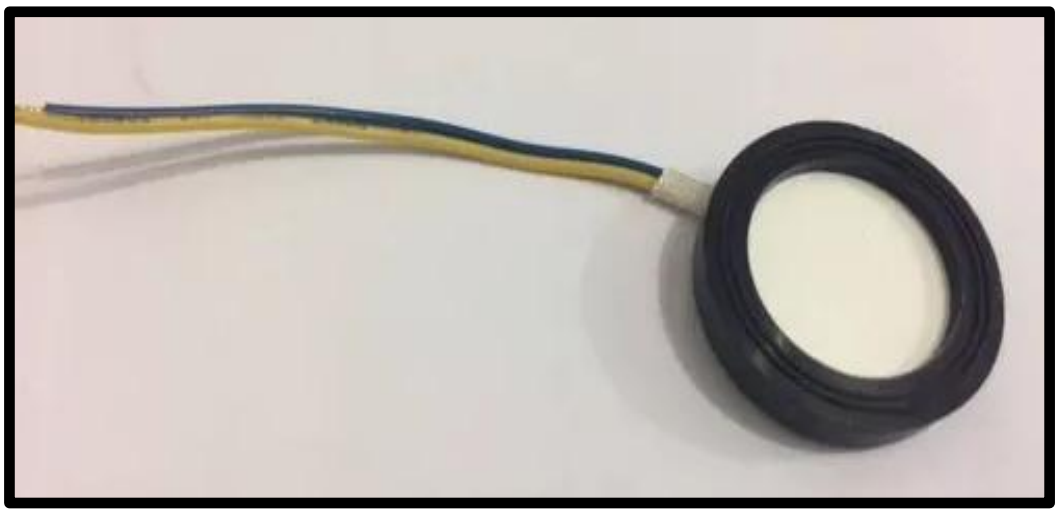
Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2023.

Com esses recursos, os alunos podem observar as mudanças no relevo e entender como os fenômenos naturais moldam a paisagem ao longo do tempo. A inclusão de elementos piezoelétricos para nebulização de água possibilita a simulação de diversos fenômenos hidrológicos, como a formação de chuvas, a evaporação e a condensação da água, além de possibilitar a representação de ambientes úmidos e alagados. Essa interação com a água torna a experiência ainda mais imersiva e realista, proporcionando aos alunos uma compreensão mais completa das dinâmicas hidrológicas e climáticas.

Portanto, o trabalho de atualização e melhoramento do projeto original é crucial para garantir a relevância e eficácia da Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada como material didático no Ensino de Geografia. Com a incorporação de novos equipamentos e tecnologias, essa ferramenta pedagógica se tornará uma aliada no desenvolvimento de uma educação participativa e conectada com as demandas da sociedade atual.

Com a adição de um sistema de miniventiladores como coolers à Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada, é possível ampliar ainda mais a gama de fenômenos representáveis e enriquecer as simulações de circulação atmosférica e oceânica quando estes associam-se aos piezoelétricos (Figura 05).

Figura 05 - Cristal piezoelétrico para nebulização de água



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2023.

A piezoeletricidade pode desempenhar um papel importante na nebulização de água, especialmente quando se trata de tecnologias como nebulizadores ultrassônicos. Nebulizadores são dispositivos utilizados para transformar líquidos, como água, em pequenas partículas finas, criando uma névoa ou aerossol. Esses dispositivos são amplamente usados em várias aplicações, como umidificação do ar, tratamento médico, aromaterapia e purificação do ar.

Os nebulizadores ultrassônicos utilizam transdutores piezoelétricos para gerar vibrações mecânicas de alta frequência, geralmente na faixa ultrassônica, que são transmitidas ao líquido (água) contido em um reservatório. Essas vibrações causam agitação nas moléculas de água, fragmentando-as em gotículas extremamente pequenas, que então são dispersas no ar como uma névoa fina.

A piezoeletricidade é fundamental para a geração das vibrações mecânicas necessárias nesse processo. Os elementos piezoelétricos nos nebulizadores ultrassônicos são normalmente feitos de materiais piezoelétricos, como cerâmicas piezoelétricas ou polímeros piezoelétricos. Quando uma tensão elétrica é aplicada a esses elementos, eles se deformam de maneira precisa e rápida, gerando as vibrações necessárias para a atomização da água.

Os nebulizadores ultrassônicos têm a vantagem de criar uma névoa fina sem a necessidade de aquecer a água, o que é especialmente útil para manter as propriedades naturais de certos líquidos, como óleos essenciais em aromaterapia. Além disso, eles podem ser usados em dispositivos portáteis e pequenos, tornando-os versáteis para diversas aplicações, como a criação de um ambiente mais úmido em nossa caixa de areia.

Os miniventiladores podem ser estrategicamente posicionados na caixa de areia para simular diferentes padrões de ventos e correntes de ar. Com a possibilidade de controlar a intensidade e a direção desses ventos, os alunos poderão visualizar e analisar como a circulação atmosférica influencia o clima global e local. Por exemplo, será possível simular a formação de ventos alísios, monções, ciclones e anticiclones, demonstrando como esses sistemas influenciam as condições climáticas em diferentes regiões do planeta.

Umas das principais alterações realizadas nessa nova concepção do projeto original da caixa de areia foi o domínio acerca da adaptação do Kinect para integração ao

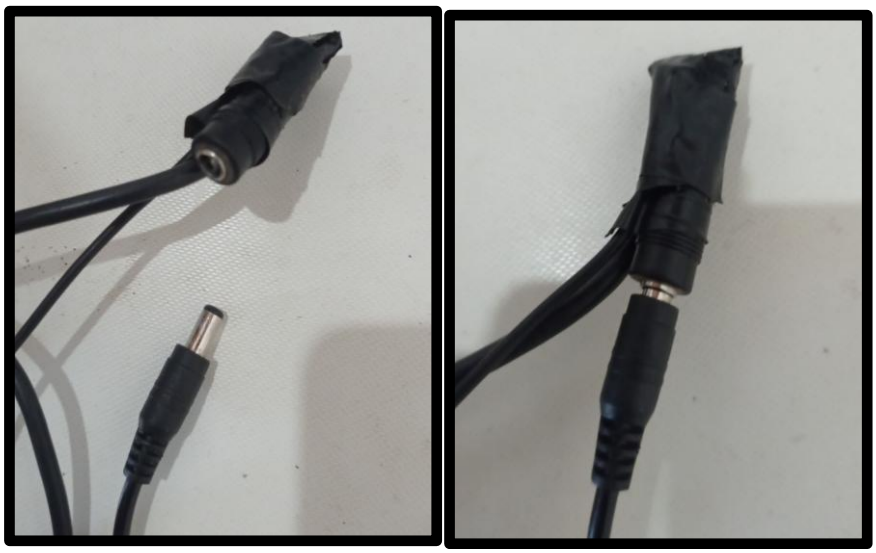
computador, uma vez que, na configuração original, ele não pode ser reconhecido e executado diretamente por uma placa mãe, pois esta normalmente não fornece voltagem suficiente para o funcionamento dos componentes do sensor 3D por meio de suas portas USB padrão, logo necessita-se de uma espécie de adaptador que permite transformar a conexão original do Kinect em um cabo USB macho acompanhado por uma entrada de alimentação auxiliar de 12v, como mostra a Figura 06.

Figura 06 - Adaptador para Kinect

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Porém, buscando baratear os custos deste projeto, pesquisamos diferentes formas de realizar esta adaptação sem a necessidade de importação deste produto; muitas foram as configurações encontradas, e ao avaliar as práticas de eletrônica disponíveis em fóruns e cursos do ramo na internet, produzimos um passo a passo para que qualquer pessoa realize tal tarefa sem custos adicionais, além de uma fonte 12v comum (Figura 07).

Figura 07 - Resultado da adaptação



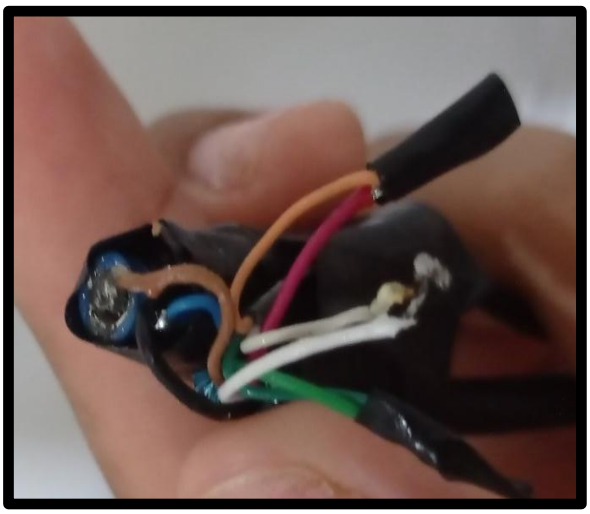
Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Adaptar o Kinect para uso com um PC envolve um processo detalhado e preciso, que começa com a preparação dos cabos. Primeiramente, no caso do cabo Kinect, é necessário cortar o conector original com cuidado para evitar danos aos fios internos. Em seguida, com uma ferramenta apropriada, remove-se a camada de isolamento externo, expondo os fios internos. Esse mesmo processo é repetido com um cabo USB padrão, visando expor os fios de dados e energia.

O próximo passo crucial é a identificação correta dos fios. Utilizando um multímetro, identifica-se os fios de dados positivo e negativo no cabo do Kinect, que geralmente são verde e branco, respectivamente. No cabo USB, essas cores costumam ser as mesmas, facilitando a correspondência durante a conexão.

A fase de conexão dos fios de dados requer atenção especial. O fio de dados positivo do Kinect deve ser soldado ao fio de dados positivo do USB e o fio negativo ao fio negativo correspondente. É essencial utilizar solda de qualidade para garantir uma conexão estável e duradoura. Após a soldagem, cada conexão deve ser cuidadosamente isolada com tubo termocontrátil. Aplicando calor, o tubo encolhe e protege a conexão, prevenindo possíveis curtos-circuitos e danos, como podemos ver abaixo na Figura 08.

Figura 08 - Conexão do Kinect ao cabo USB e entrada de alimentação



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Antes de prosseguir para a próxima etapa, é importante testar a conexão. O cabo USB modificado é conectado ao computador para verificar se o Kinect é reconhecido e opera corretamente. Qualquer problema nessa fase exige uma revisão cuidadosa das soldas e das conexões. Se for reconhecido, ele emitirá uma luz de cor verde que pisca quando o equipamento está em modo de espera ou permanece constante quando em uso.

Paralelamente, a adaptação da fonte de 12V para uso com um conector macho é outro passo importante. Escolhe-se uma fonte de alimentação de 12V compatível com as necessidades do Kinect. Corta-se o conector da fonte, deixando um comprimento de cabo adequado. Um conector macho, compatível com a entrada do Kinect, é preparado pela exposição dos fios por meio do descascamento.

A conexão dos fios da fonte ao conector macho exige a identificação dos polos positivo e negativo em ambos os componentes, caso conecte de forma errada uma luz vermelha será emitida pelo Kinect, indicando inversão de polos. As soldas devem ser limpas e firmes, conectando o fio positivo da fonte ao pino positivo do conector e o negativo ao negativo. Após a soldagem, as conexões são isoladas com tubo termocontrátil ou fita isolante para garantir a segurança e a durabilidade do sistema.

Finalmente, o teste de funcionalidade é realizado conectando o conector macho ao Kinect e ligando a fonte de 12V. Confirma-se que o Kinect liga e funciona como esperado, indicando que a adaptação foi bem-sucedida.

Figura 09 - Adaptação do cabo da fonte

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

No nosso caso foi necessário um segundo ajuste, desta vez no conector macho da fonte 12v para melhor mobilidade junto ao passo anterior. Utilizamos um conector macho compatível com o conector fêmea instalado no cabo do Kinect como mostrado anteriormente. A Figura 08 demonstra essa modificação.

Inicialmente, prepare a fonte de alimentação removendo o conector original. Isso é feito com um alicate de corte, tomando cuidado para não danificar os fios internos. Uma vez removido o conector, desfaça o isolamento externo para expor os fios. O multímetro é uma ferramenta essencial neste estágio, sendo utilizado para identificar claramente os fios positivos e negativos. A identificação correta dos fios é um passo crítico, pois uma conexão incorreta pode causar danos ao dispositivo ou criar riscos de segurança.

Após a identificação, a próxima etapa envolve a preparação dos fios para a conexão. Descasque cerca de 1 cm do isolamento de cada fio, certificando-se de não danificar os condutores internos. A seguir, vem o processo de soldagem, onde o fio positivo é soldado ao terminal positivo do conector macho e o negativo ao terminal negativo. É fundamental utilizar solda de boa qualidade e realizar a soldagem com cuidado para evitar soldas frias ou instáveis.

Uma vez feitas as soldas, o isolamento das conexões é crucial para a segurança do sistema. Utilize cola termofusível ou tubo termocontrátil, aplicando calor para encolher o tubo e proteger as soldas. Este passo previne curtos-circuitos e garante uma conexão elétrica segura e duradoura. O teste de funcionamento é a penúltima etapa. Conecte o conector macho ao conector fêmea, integrado anteriormente ao dispositivo.

A adição de suportes móveis presos por parafusos-borboleta é uma inovação

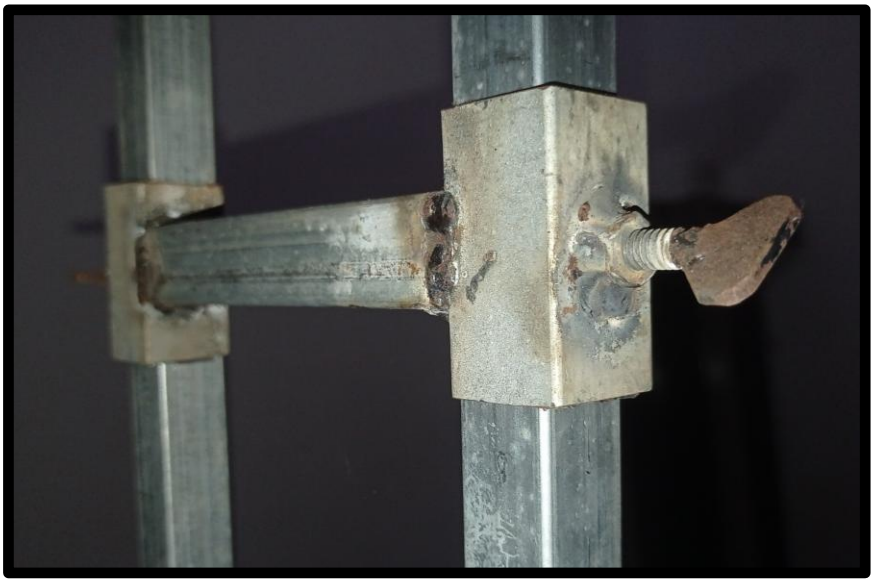
significativa no design da estação de Realidade Aumentada, que melhora significativamente a flexibilidade e a adaptabilidade do sistema. Esses suportes ajustáveis são cruciais para otimizar o posicionamento tanto do Kinect quanto do projetor, proporcionando uma gama de ajustes que vão além das configurações padrão. Essa modificação permite um ajuste fino do posicionamento dos dispositivos, pois, com esses parafusos, é possível fazer mudanças rápidas e sem esforço na posição dos dispositivos, sem a necessidade de ferramentas adicionais.

Esta estrutura, caracterizada pela sua natureza modular e ajustável, é especialmente projetada para suportar e posicionar um projetor e um Kinect. Um dos aspectos desta instalação é a presença de parafusos borboleta, estrategicamente incorporados para permitir ajustes rápidos e sem a necessidade de ferramentas adicionais. Tal flexibilidade é crucial em ambientes de desenvolvimento e teste, em que a precisão na posição dos dispositivos é frequentemente necessária. A base da estrutura metálica é apoiada em uma caixa de madeira robusta. Esta caixa tem um papel duplo: atuando como contrapeso para garantir estabilidade e como um elemento integrativo de uma instalação mais ampla que combina componentes físicos e digitais.

Além disso, a capacidade de apoiar a caixa em diferentes superfícies torna o conjunto ideal para eventos e demonstrações, e a instalação pode precisar ser adaptada a espaços e configurações variadas. Isso é particularmente valioso em exposições, feiras de tecnologia ou apresentações, onde a flexibilidade e a facilidade de configuração são essenciais.

A introdução de um mecanismo de tensionamento entre as hastes verticais, que estão presas à caixa de areia, é outro aspecto inovador. Esse tensionamento permite ajustes na angulação dos dispositivos, um recurso particularmente útil para acomodar diferentes modelos de Kinect e projetores, cada um com suas especificidades de ângulo e resolução que podem exigir diferentes configurações de ângulo e distância para otimizar a captura de movimento e a qualidade da projeção (Figura 10).

Figura 10 - Suportes móveis e parafusos borboletas



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

A integração de diferentes modelos de Kinect e projetores é facilitada por esse sistema. Isso abre um leque de possibilidades para os desenvolvedores e usuários finais, que podem experimentar com uma variedade de equipamentos para encontrar a configuração ideal para suas necessidades específicas. Seja em aplicações de entretenimento, educação ou pesquisa, a capacidade de ajustar rapidamente e com precisão o posicionamento e a angulação dos dispositivos é uma vantagem significativa.

Para construir um suporte ajustável com trava borboleta que acomoda equipamentos como projetores e Kinects, precisa-se seguir detalhadamente os passos a seguir.

✓ Comece adquirindo tubos de metal galvanizado quadrados com medidas de 40 mm x 40 mm e uma espessura de parede de 2 mm. Corte dois tubos com a altura que desejar para as colunas verticais, por exemplo, 2 metros, para garantir que o suporte atenda à altura necessária para a projeção ou captura de movimento. Você também precisará cortar dois tubos transversais de 1 metro que servirão como suporte horizontal.

✓ Com as chapas de metal de 5 mm de espessura, corte quatro quadrados de 10 cm x 10 cm que funcionarão como bases de montagem para os topos das colunas verticais e mais quatro retângulos de 15 cm x 10 cm que servirão como suportes de conexão. Estes serão soldados na metade da altura das colunas verticais.

✓ Utilizando uma furadeira com uma broca de metal de ½ polegada, faça um furo central em cada uma das bases de montagem e suportes de conexão. Insira barras roscadas de aço nos furos e fixe-as no lugar com solda. Esta será a parte do suporte onde as travas borboleta serão aplicadas para permitir o ajuste vertical.

✓ Para montar a estrutura, alinhe os tubos horizontais com os suportes de conexão e passe os parafusos borboleta pelas barras roscadas. Estes parafusos permitem que você ajuste a altura do suporte sem a necessidade de ferramentas adicionais, garantindo praticidade e segurança.

✓ Caso necessário, adicione placas de montagem no topo das colunas para fixar os equipamentos específicos. Lixe as áreas soldadas para suavizar quaisquer irregularidades e aplique uma camada de tinta spray anticorrosiva para proteger o metal contra a ferrugem. Uma vez montada a estrutura, teste a estabilidade e o funcionamento das travas borboleta. Monte o projetor e o Kinect e faça os ajustes de altura necessários para calibrar o sistema de acordo com o seu ambiente de uso.

Figura 11 - Base da estrutura fixada na caixa de madeira

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

É fundamental garantir que todas as soldas e fixações estejam seguras para evitar acidentes. Utilize sempre equipamento de proteção individual durante o processo de construção, como luvas de proteção e máscara de solda, e mantenha a estrutura em

inspeção regular para assegurar a sua integridade e segurança. Iniciando com a base para o projetor, o processo requer uma chapa de metal robusta, na qual os pontos de fixação do projetor serão cuidadosamente marcados.

A precisão aqui é crítica; as marcações devem refletir a exata disposição dos pontos de montagem do projetor para evitar qualquer desalinhamento posterior. Uma vez marcados, os pontos são perfurados, criando passagens para os parafusos que irão segurar o projetor firmemente no lugar (Figura 12).

Figura 12 - Suporte do projetor

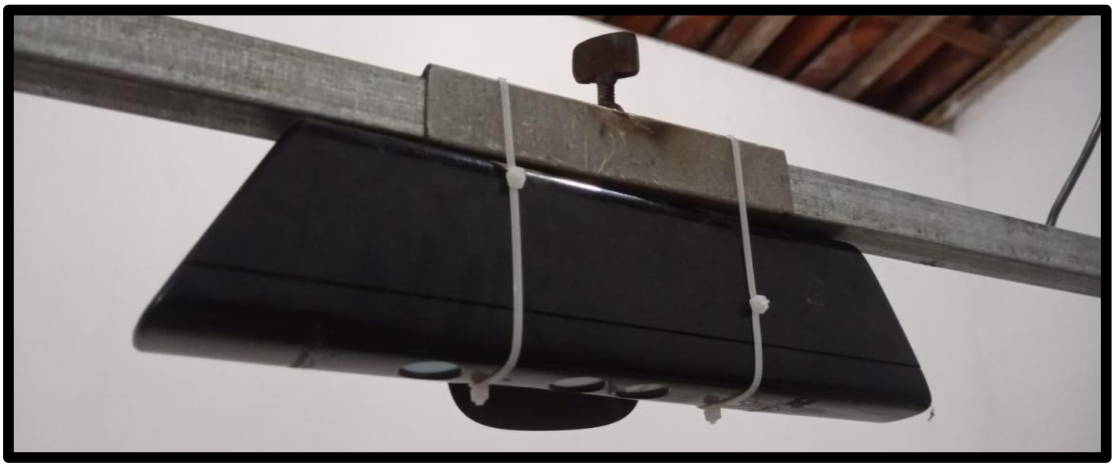
Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Essa chapa não é apenas um meio de fixação; ela deve permitir ajustes finos. Portanto, os furos são feitos ligeiramente maiores que os parafusos, proporcionando uma margem de manobra para calibração precisa da posição do projetor. Uma vez que os furos estejam completos e as bordas lixadas para remover rebarbas, a chapa é testada. Os parafusos são inseridos, e o projetor é montado temporariamente para verificar se todos os ajustes podem ser feitos sem restrições. É vital que o projetor possa ser ajustado tanto em termos de altura quanto de ângulo, portanto a chapa deve ser montada na estrutura de maneira que permita esses movimentos.

Quanto ao Kinect, a abordagem é ligeiramente diferente. Em vez de uma

montagem rígida, opta-se por um sistema que ofereça maior flexibilidade. Braçadeiras plásticas são utilizadas para fixar o Kinect a um trilho metálico, permitindo ajustes rápidos e fáceis. Isso é particularmente útil em ambientes de desenvolvimento e teste, em que a posição do Kinect precisa ser frequentemente recalibrada. As braçadeiras fornecem um equilíbrio entre segurança e mobilidade, fixando o dispositivo firmemente, mas sem impedir ajustes (Figura 13).

Figura 13 - Fixação do Kinect



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Na montagem final, cada elemento é cuidadosamente colocado. A chapa de suporte do projetor é fixada à estrutura, garantindo que esteja nivelada e estável. O projetor é então preso à chapa, com os parafusos sendo ajustados para obter o alinhamento perfeito. O Kinect, com suas braçadeiras já posicionadas, é fixado em seu trilho metálico, com a altura e a orientação ajustadas para capturar adequadamente os movimentos.

Cada ajuste é verificado e revisto, garantindo que tanto o projetor quanto o Kinect estejam operando em seus pontos ótimos. A estrutura geral deve oferecer estabilidade e flexibilidade, permitindo que ajustes finos sejam feitos facilmente, otimizando o desempenho dos dispositivos e garantindo a segurança do sistema como um todo. A atenção meticulosa a cada detalhe no processo de montagem não só preserva a integridade do equipamento, mas também assegura que o sistema funcione sem falhas, proporcionando uma experiência imersiva e interativa para o usuário.

Finalizado este passo, pode-se preparar a caixa para receber o acoplamento do

equipamento nebulizador, como mostrado na Figura 14.

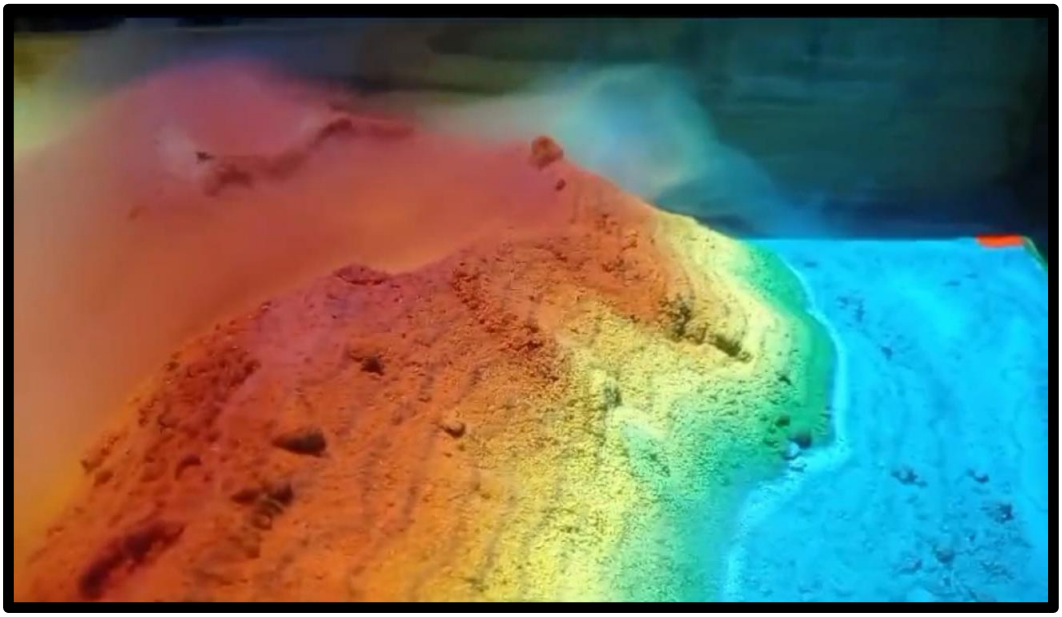
Figura 14 - Equipamento de nebulização acoplado ao projeto

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Esta é a principal atualização de hardware bem-sucedida no projeto que consiste no acoplamento de um nebulizador ultrassônico à base de piezoelétrico para simulações de fenômenos atmosféricos como mencionado na seção de referencial teórico deste trabalho. Para realizar esta instalação, é crucial executar a furação na madeira com precisão e cuidado para assegurar a funcionalidade e a estética do resultado.

Inicialmente, é necessário escolher o local onde o nebulizador será instalado. A localização ideal é próxima a uma das quinas da caixa. Esta posição estratégica não apenas maximiza o espaço disponível, aproveitando a diagonal para uma melhor dispersão da névoa, mas também facilita o acesso ao nebulizador para manutenção e operação. Uma vez decidido o local, com um lápis, marque cuidadosamente o centro exato onde o furo será feito. Este ponto deve ser medido com precisão, levando em conta o diâmetro do nebulizador, para garantir que o furo não seja grande demais, o que comprometeria a fixação, nem pequeno demais, o que dificultaria a inserção do aparelho.

Figura 15 - Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Antes de iniciar a furação, é importante preparar a área de trabalho. Garanta que a madeira esteja firmemente fixada para evitar movimentos que possam causar acidentes ou erros de corte. Coloque luvas de segurança e óculos de proteção para evitar acidentes com serragem ou com a própria ferramenta.

O próximo passo envolve a umidificação da região onde a furação será realizada. Utilizando um borrifador ou um pano úmido, aplique água moderadamente sobre o ponto marcado. Este processo é essencial para minimizar o atrito entre a serra copo e a madeira, o que reduz o risco de superaquecimento e, por consequência, diminui a probabilidade de danos à ferramenta e à madeira. Movimentos circulares leves com a furadeira, mantendo uma pressão constante, ajudam a preservar o núcleo da madeira que será extraído, o qual servirá como tampa posteriormente.

Inicie a furação com calma e precisão. A furadeira deve estar ajustada para uma velocidade que não seja tão alta a ponto de superaquecer a madeira, mas suficiente para permitir um corte eficiente. À medida que a serra copo penetra a madeira, um núcleo circular começa a se formar. É essencial manter a furadeira alinhada para assegurar que este núcleo seja extraído intacto. Quando tiver avançado até aproximadamente a metade da espessura da madeira, interrompa o processo.

Neste ponto, com extremo cuidado, vire a caixa para acessar o lado oposto do ponto de furação. Realinhe a serra copo com o guia criado pelo furo inicial. Continue a furação, completando-a do outro lado. Este método evita que as bordas do furo fiquem farpadas, resultando em um acabamento mais limpo e profissional.

Com a furação concluída, remove-se o núcleo circular de madeira da serra copo. Utilize uma lixa de madeira para suavizar as bordas do furo e da tampa, removendo qualquer farpa ou irregularidade que possa interferir no encaixe ou na estética da instalação. Aplique fita adesiva ao redor do núcleo de madeira para que feche a furação posteriormente com mais firmeza, usando para isso um parafuso, duas porcas compatíveis e uma parte de metal, que pode servir como suporte para manuseio desta tampa (Figura 16).

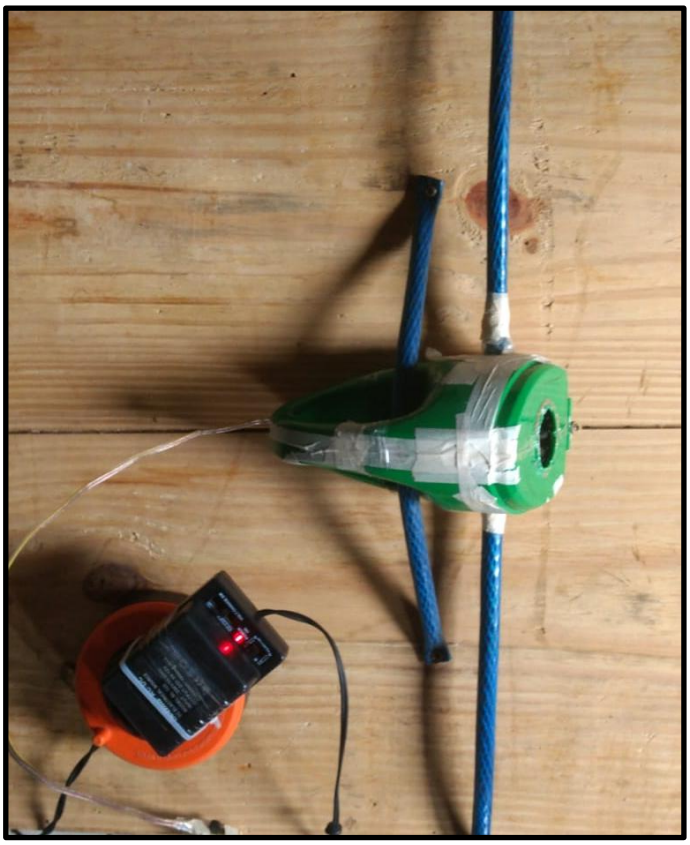
Figura 16 - Tampa feita com núcleo de madeira da furação

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Agora é o momento de testar o encaixe do nebulizador. Insira-o cuidadosamente no furo para verificar se o ajuste está perfeito. Se necessário, faça ajustes finos com a lixa. Caso o nebulizador exija suportes adicionais para uma fixação mais segura, instale-os neste momento. Um exemplo é o suporte em forma de “U” visto na imagem anterior, que

deve ser fixado com parafusos e porcas para manter o nebulizador firmemente no lugar. Após esta instalação deve-se preparar o sistema de circulação de ar composto por um mini aspirador de pó adaptado com o uso de mangueiras para canalizar o fluxo dos ventos como podemos ver na Figura 17.

Figura 17 - Sistema de circulação de ar



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

O projeto envolveu a adaptação de um mini aspirador automotivo de pó para funcionar como um soprador, fixado na parte de baixo da caixa como mostra a Figura 16, ele é utilizado para a circulação de névoa em uma caixa de areia. O mini aspirador foi desmontado e modificado para reverter a função de sucção para sopro. As saídas de ar foram transformadas em dutos sopradores utilizando partes de mangueiras, que foram fixadas ao aspirador com fita adesiva resistente, garantindo vedação adequada. As mangueiras, cortadas em comprimentos adequados, permitiram fácil manuseio e posicionamento dentro da caixa de areia, otimizando a distribuição da névoa.

Ao incorporar a minibomba de água ao Tabuleiro Geológico de Gabaglia, preservamos a autenticidade da experiência física, ao mesmo tempo em que enriquecemos a visualização com a Realidade Aumentada. Essa integração oferece uma representação dinâmica dos processos de intemperismo e erosão, permitindo que os alunos observem diretamente como a água interage com a areia, moldando e transformando o relevo de maneira realista, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 - Minibomba de água integrada ao projeto

Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Após a fixação da minibomba de água no projeto, é essencial considerar a criação de um reservatório de água que possa ser conectado à bomba. Esse reservatório deve ser acessível para reabastecimento e pode ser conectado à bomba por meio de um tubo flexível ou mangueira. Além disso, a caixa deve ser revestida com uma manta impermeabilizada que funcionará como um limite entre o relevo e a estrutura geológica. Essa manta não apenas evita vazamentos, mas também funciona como um elemento para modelar a estrutura geológica sob o relevo. Ao simular o escoamento superficial da água, a manta impermeabilizada pode permitir a formação de padrões e formas que representam os efeitos do intemperismo e da erosão no relevo.

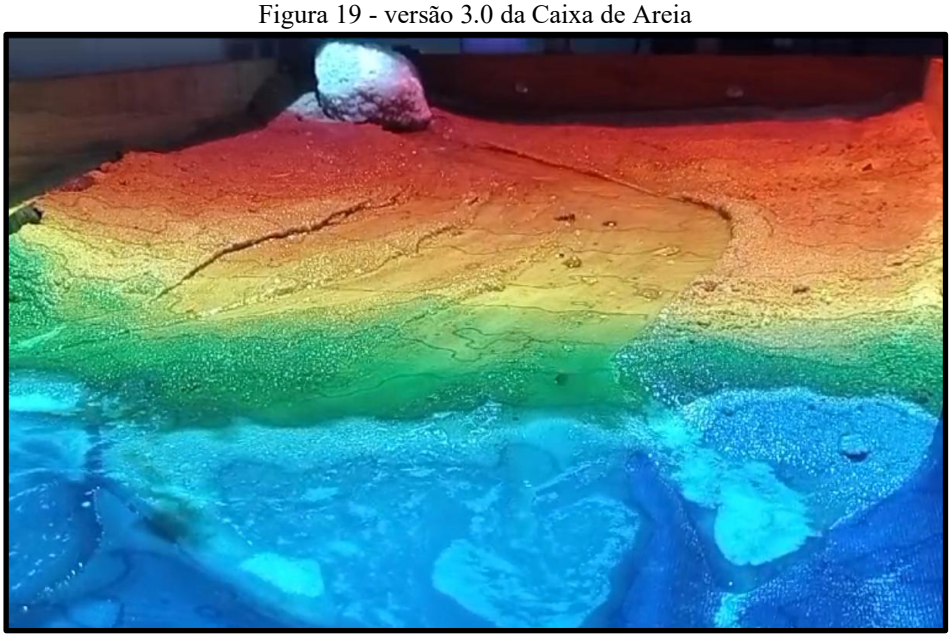
Além disso, é necessário criar um segundo reservatório que possa captar o escoamento da água que fluirá pela abertura retrátil, apresentada anteriormente na Figura

15. Esse reservatório deve ser posicionado estrategicamente para coletar a água de forma eficiente, garantindo que o ciclo hidrológico simulado no Tabuleiro Geológico seja completo, realista e contínuo.

Com a conclusão da montagem dos componentes físicos, chegamos à consolidação da versão 3.0 da Caixa de Areia, um marco significativo no desenvolvimento deste projeto. Ao longo desta primeira parte, percorremos cada etapa de construção e modificação dos hardwares — desde a estrutura da caixa até a integração de sensores, projetores, ventiladores e o inovador sistema de umidificação — compondo um equipamento robusto e versátil, capaz de simular com fidelidade fenômenos geográficos diversos.

Essa versão é fruto de sucessivas adaptações técnicas e pedagógicas, refletindo tanto a evolução tecnológica disponível quanto as demandas reais das salas de aula brasileiras. A estrutura atual foi pensada para ser replicável, funcional e pedagógica, permitindo que o educador não apenas ensine, mas também experimente e reinvente práticas educativas no campo da Geografia.

Figura 19 - versão 3.0 da Caixa de Areia



Fonte: Luydh Marthnelly de Sousa, 2024.

Agora que os elementos físicos estão organizados, o projeto está preparado para receber o conjunto de softwares que transformará essa base em uma verdadeira

ferramenta de Realidade Aumentada. Na próxima seção, abordaremos o processo detalhado de instalação, configuração e personalização dos programas responsáveis por captar, processar e projetar as interações tridimensionais sobre a areia.

Convidamos você a continuar esta jornada conosco, explorando os aspectos digitais que completam a experiência interativa da Caixa de Areia 3.0. A tecnologia está pronta — é hora de dar vida ao sistema.

- PARTE II -

COMPONENTES DO SISTEMA: HARDWARES E SOFTWARES

Para auxiliar na construção da Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada, está disponibilizado para além deste manual escrito, uma série de três vídeos de apoio comprimidos em um único arquivo .zip que instruem o passo-a-passo para a instalação dos softwares do sistema, o qual pode ser baixado diretamente pelo link: <https://drive.google.com/file/d/1kzf_bRb0TPBDqZ9vmUUKI9OtSdTwolLF/view?usp=sharing>, neste sentido, são necessários materiais semelhantes aos destacados por Kreylos (2020), os quais devem ser considerados apenas como norteadores e não um fim em si, pois as características dos equipamentos utilizados podem sofrer variação com o passar do tempo:

- Computador com placa de vídeo NVIDIA e processador Intel Core i5 ou Core i7 em velocidade de pelo menos 3 GHz, memória mínima de RAM de 4GB e de 20GB de HD;
- Cabo HDMI;
- Projetor com proporção 4:3 e resolução de 1024x768 pixels;
- Kinect para Xbox 1414, 1473 e Kinect para Windows;
- 1 Pen Drive com o software Rufus disponível em: http://rufus.ie/pt/;
- Sistema operacional Linux Mint 19.3 (“Tricia”) ou superior em máquina exclusiva ou dual boot com Windows, disponível em: https://linuxmint.com/download_all.php;
- Softwares Augmented Reality Sandbox (Caixa de Areia de Realidade Aumentada), disponíveis em: https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/;
- 1 CD;

- Caixa de madeira, areia ou serragem, perfis metálicos e outros itens de suporte para os equipamentos (dimensões variáveis).

Uma vez que os softwares que precisam ser instalados no computador possuem certa interdependência entre si, qualquer modificação e atualização que um ou outro sofra, interfere em todo o projeto. Por exemplo, na primeira vez que construímos o projeto utilizamos o Linux Mint 17.3 e o Sandbox 2.6, o Kinect 2.8 e o Vrui 3.1; na última vez, entretanto, não foi possível utilizar estas mesmas configurações mesmo utilizando a mesma máquina, os motivos ainda são desconhecidos, porém foram necessários alguns dias de investigação para, enfim, encontramos os comandos corretos. Em se tratando de um projeto que possui seus softwares hospedados em sites de terceiros, em que não existem garantias de que os endereços aqui fornecidos serão sempre os mesmos, é necessário que o professor tenha certa disposição e conhecimento um pouco mais avançado em informática, sobretudo na natureza de operação do sistema Linux, ou contacte um agente especializado.

O processo de instalação por nós utilizado, foi sistematizado com base na experiência com diversos manuais informais disponíveis na internet, hospedados em fóruns de desenvolvedores e com o uso direto dos diretórios da UCDavis - Universidade da Califórnia em Davis, no site oficial do projeto original. O sistema operacional escolhido foi o Linux Mint 19.3; recomenda-se exatamente este sistema, pois já abarca algumas das principais bibliotecas de códigos necessárias para os softwares supracitados; outros sistemas mais antigos, como o 17.3, perderam o suporte para algumas aplicações e outros mais novos, como o 23.1, já não mais embarcam estas linguagens, pois são especialmente obsoletas. Curiosamente o SO 19.3 possui ambos os requisitos.

Dito isto, a partir daqui seguiremos com uma análise dos componentes tecnológicos integrados, como sensores 3D e sistemas de projeção, que transformam a caixa de areia em uma ferramenta de Realidade Aumentada. Estes elementos tecnológicos são cruciais para a simulação dinâmica de fenômenos geográficos e para proporcionar uma experiência de aprendizado interativa.

Além disso, discutiremos as inovações mais recentes incorporadas ao sistema, como o sistema umidificador e os ventiladores elétricos, que expandem a capacidade do equipamento de simular fenômenos atmosféricos e outros processos físico-naturais. Esses

componentes adicionam uma camada extra ao modelo que pode ser verificada mais adiante.

2.1 DO PROCESSO DE SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DE SOFTWARES

Agora, abordaremos os aspectos de software e programação que são essenciais para o funcionamento da caixa de areia. A interface de software, os algoritmos de processamento de dados e os protocolos de interação usuário-equipamento são vitais para a eficiência e a eficácia do sistema como ferramenta educativa. A compreensão desses elementos técnicos é essencial para os educadores que desejam maximizar o uso do equipamento em um contexto de sala de aula. Antes de instalar os arquivos do projeto propriamente dito, é necessário realizar uma preparação da máquina na qual o Linux foi recentemente instalado.

A seguir estará exposto o conjunto de pré-requisitos de preparação e após, um passo a passo completo de instalação:

Pré-requisitos:

1. **Arquivo ISO do Linux Mint 19.3**: Certifique-se de ter baixado a imagem ISO do Linux Mint 19.3 do site oficial do Linux Mint.
2. **Rufus**: Você pode baixá-lo do site oficial Rufus.ie.
3. **Pen-drive**: Um pen-drive com pelo menos 4GB de espaço livre.

Passos para criar o Pen-drive Bootável:

- **Insira o Pendrive**:
  - Insira o pen-drive no seu computador.

- **Abra o Rufus**:
  - Execute o programa Rufus como administrador.

- **Configurações Iniciais**:
  - No Rufus, na seção “Dispositivo”, selecione o pen-drive que você inseriu.
  - Certifique-se de que o pen-drive correto está selecionado para evitar a perda de dados de outros dispositivos.

- **Seleção da Imagem ISO**:
  - Na seção “Seleção de Boot”, clique no botão “SELECIONAR” e navegue até o local onde o arquivo ISO do Linux Mint 19.3 está salvo.
  - Selecione o arquivo ISO e clique em “Abrir”.

- **Configurações de Partição e Sistema de Arquivos**:
  - Em “Esquema de partição”, escolha “MBR” se for usar em computadores com BIOS ou “GPT” para computadores com UEFI.
  - Em “Sistema de Arquivos”, escolha “FAT32”.

- **Opções Adicionais**:
  - Na seção “Opções de Formatação”, você pode nomear o pen-drive em “Rótulo do Volume” (opcional).
  - Deixe as outras opções como estão, a menos que você tenha requisitos específicos.

- **Início do Processo**:
  - Revise todas as configurações para garantir que estão corretas.
  - Clique no botão “INICIAR” para começar a criar o pen-drive bootável.

- **Aviso de Formatação**:
  - O Rufus exibirá um aviso informando que todos os dados no pen-drive serão destruídos. Se você tiver feito backup de seus dados, clique em “OK” para continuar.

- **Processo de Criação**:
  - Aguarde enquanto o Rufus escreve a imagem ISO no pen-drive. Este processo pode levar alguns minutos.

- **Conclusão**:
  - Quando o Rufus indicar que o processo está concluído, feche o programa.
  - Você agora tem um pen-drive bootável com o Linux Mint 19.3.
- Lembre-se de que criar um pen-drive bootável apagará todos os dados existentes no pen-drive.
- As configurações de BIOS/UEFI podem variar de acordo com o fabricante do computador.
- Se o seu computador não iniciar a partir do pen-drive, verifique as configurações do BIOS/UEFI e certifique-se de que o boot por USB está habilitado.

Após criar um pen-drive bootável com o Linux Mint 19.3 usando o Rufus, o próximo passo é instalar o sistema operacional em seu computador. Aqui está um guia passo a passo para a instalação do Linux Mint 19.3.

2.2 INICIANDO A INSTALAÇÃO

2.2.1 Configurar a Ordem de Boot e instalar o sistema operacional

✓ Reinicie seu computador.

✓ Durante o processo de inicialização, acesse o menu de boot ou a configuração da BIOS/UEFI (geralmente pressionando uma tecla como F2, F12, Delete, Esc etc., dependendo do fabricante do seu computador).

✓ Configure o computador para iniciar a partir do pen-drive USB. Salve as alterações e saia da BIOS/UEFI.

2.2.2 Iniciar com o Pen-drive

✓ Com o pen-drive bootável inserido, o computador deve iniciar a partir dele, ou manualmente você terá que selecionar o boot no menu do Linux Mint.

✓ Escolha “Start Linux Mint” para iniciar em modo live, que permite que você teste o Linux Mint antes de instalá-lo.

2.2.3 Testar o Linux Mint (Opcional)

✓ Uma vez iniciado em modo live, você pode explorar e testar o Linux Mint sem fazer alterações no seu sistema atual.

✓ Quando estiver pronto para instalar, localize e clique no ícone “Install Linux Mint” na área de trabalho.

✓ Processo de Instalação

2.3. CONFIGURAÇÕES INICIAIS DO LINUX MINT

Escolher Idioma e Teclado:

- Na tela de instalação, selecione seu idioma preferido.
- Escolha o layout do teclado.

Conexão à Internet e Atualizações (Opcional):

- Se estiver disponível, conecte-se a uma rede Wi-Fi. Embora não seja obrigatório, é recomendado para baixar atualizações e softwares de terceiros durante a instalação.

Tipo de Instalação:

- Escolha se deseja instalar o Linux Mint junto com seu sistema operacional atual (“Instalar ao lado”) ou substituí-lo (“Apagar disco e instalar o Linux Mint”). Para uma instalação limpa, escolha “Apagar disco e instalar o Linux Mint”.
- **Aviso**: Escolher apagar o disco removerá todos os dados existentes no disco rígido.

Particionamento do Disco (Para usuários avançados):

- Se você tem conhecimento sobre particionamento de disco, pode criar ou editar partições manualmente. Caso contrário, deixe que o instalador faça isso automaticamente.

Configurações Regionais e de Usuário:

- Selecione sua localização no mapa para configurar o fuso horário.
- Crie um usuário, escolha um nome para o computador e defina uma senha. Estas informações serão usadas para acessar o sistema após a instalação.

Iniciar a Instalação:

- Revise suas escolhas e clique em “Instalar Agora”.
- Confirme as alterações no disco, se necessário, e a instalação começará.

Aguardar a Instalação:

- O processo de instalação pode levar algum tempo. Aproveite para relaxar ou fazer uma pausa.

Conclusão da Instalação

Reiniciar o Computador:

- Após a conclusão da instalação, você será solicitado a reiniciar o computador.
- Remova o pendrive bootável quando solicitado.

Primeiro Boot no Linux Mint:

- O computador agora deve iniciar com o Linux Mint instalado.
- Faça login com o nome de usuário e senha que você definiu durante a instalação.

Configurações Finais e Atualizações:

- Após o login, é aconselhável verificar atualizações e instalar quaisquer atualizações de software disponíveis.
- Explore o sistema, personalize suas configurações e comece a usar o Linux Mint.

Dicas Adicionais

- **Backup de Dados**: Antes de iniciar a instalação, é sempre recomendado fazer um backup completo dos seus dados.
- **Criação de Partições**: Se você não tem certeza sobre como particionar seu disco, é melhor deixar que o instalador faça isso automaticamente.

É preciso mencionar que antes de seguir com as demais instalações é preciso preparar o Linux recém-instalado antes de iniciar a instalação dos componentes da caixa de areia, isso perpassa por mais alguns passos que é preciso seguir. Certifique-se de que você tem acesso à internet, pois alguns pacotes precisarão ser baixados. Siga as etapas da próxima seção.

2.4 CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO

2.4.1 Atualização do Sistema

Etapa 1: Atualização do Sistema

Antes de começar, é importante garantir que seu sistema esteja atualizado. Abra um terminal e execute os seguintes comandos:

- bash
- sudo apt update

depois

sudo apt upgrade

Isso atualizará a lista de pacotes e instalará quaisquer atualizações disponíveis para o seu sistema.

Etapa 2: Instalação das Dependências

A Caixa de Areia pode exigir algumas dependências específicas. Vamos instalar as principais bibliotecas e pacotes necessários:

bash

sudo apt install build-essential cmake git libjpeg-dev libtiff5-dev libpng-dev libsndfile1-dev libxi-dev libxrandr-dev libxinerama-dev libxcursor-dev freeglut3-dev mesa-common-dev libusb-1.0-0-dev libbluetooth-dev libudev-dev libxv-dev libv4l-dev libasound2-dev liblz4-dev libopus-dev

Etapa 3: Instalação do X11

A Caixa de Areia depende do X11 para funcionar. Certifique-se de que o X11 esteja instalado:

bash

sudo apt install xorg

Etapa 4: Configuração do X11

Para garantir que o X11 esteja configurado corretamente, você pode executar o seguinte comando:

bash

sudo dpkg-reconfigure xserver-xorg

Siga as instruções na tela para configurar o X11. Em geral, as configurações-padrão devem ser adequadas para a maioria dos sistemas.

Etapa 5: Instalação do OpenAL

Se você não instalou o OpenAL durante a instalação das dependências, você pode instalá-lo separadamente:

bash

sudo apt install libopenal-dev

Etapa 6: Configuração do Compilador C++

Verifique se você tem um compilador C++ instalado. O g++ é uma opção comum:

bash

sudo apt install g++

Etapa 7: Configuração do Ambiente de Desenvolvimento

A Caixa de Areia pode exigir um ambiente de desenvolvimento específico. Certifique-se de ter as ferramentas necessárias instaladas. Por exemplo, se você for compilar código C++ com CMake:

bash

sudo apt install cmake

Etapa 8: Instalação de Drivers de GPU (Opcional)

Se você estiver usando uma GPU NVIDIA, pode ser uma boa ideia instalar os drivers da NVIDIA para melhor desempenho 3D. Você pode encontrar instruções específicas para a sua GPU no site da NVIDIA.

Etapa 9: Reboot

Depois de concluir todas as etapas acima, é aconselhável reiniciar o seu sistema para garantir que todas as alterações tenham efeito:

bash

sudo reboot

Etapa 10: Verificação e instalação de componentes

Para verificar se as configurações estão corretas, você pode executar um exemplo de aplicativo da Caixa de Areia, se disponível. Certifique-se de seguir as instruções específicas da Caixa de Areia para a instalação e execução de seus aplicativos.

Agora seu sistema Linux deve estar preparado para a instalação e uso da Caixa de Areia. Certifique-se de verificar as instruções específicas da Caixa de Areia para a configuração adicional e a instalação de seus aplicativos.

2.5 INSTALAÇÃO, EXECUÇÃO E USO DO PROJETO

Para a instalação dos componentes do projeto hospedados em <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/index.html> abra um novo terminal e digite os seguintes cdigo um de cada vez:

Instale o kit de ferramentas de desenvolvimento Vrui VR

cd ~

wget http://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Vrui/Build-Ubuntu.sh

bash Build-Ubuntu.sh

OBS: nesta parte deverá aparecer o desenho 3D de um globo terrestre indicado o sucesso na instalação, caso contrário e não aparecer, deve-se repetir os passos anteriores ou modificar o equipamento.

Instale o pacote de vídeo Kinect 3D

cd ~/src

wget http://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/Kinect/Kinect-3.10.tar.gz

tar xfz Kinect-3.10.tar.gz

cd Kinect-3.10

make

sudo make install

sudo make installudevrules

ls /usr/local/bin

Instale o Sandbox de Realidade Aumentada

cd ~/src

wget http://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/SARndbox-2.8.tar.gz

tar xfz SARndbox-2.8.tar.gz

cd SARndbox-2.8

make

ls ./bin

Agora precisamos garantir a Integração do sistema; a configuração e a calibração, para tanto, seguem mais alguns comandos que devem ser executados em um novo terminal.

O primeiro comando é para a integração dos sistemas é de suma importância para seu devido funcionamento, Install XED para linux Mint ou Install Pluma para Ubuntu, no nosso caso:

Comando de integração

sudo apt update

sudo apt install pluma

Conecte e configure a câmera 3D

sudo /usr/local/bin/KinectUtil getCalib 0

Calcular a correção de profundidade por pixel

sudo /usr/local/bin/RawKinectViewer -compress 0

Alinhe a câmera 3D

cd ~/src/SARndbox-2.8

RawKinectViewer -compress 0

Medir a equação do plano base do Sandbox

cd ~/src/SARndbox-2.8

pluma etc/SARndbox-2.8/BoxLayout.txt &

***No nosso caso:**

cd ~/src/SARndbox-2.8

xed etc/SARndbox-2.8/BoxLayout.txt &

Alinhe o projetor

XBackground

Projector/Camera Calibration

cd ~/src/SARndbox-2.8

./bin/CalibrateProjector -s 1024 768

Execute o Programa

cd ~/src/SARndbox-2.8 ./bin/SARndbox -uhm -fpv

CONCLUSÃO

A criação e implementação da Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada marcam uma evolução no ensino de Geografia, oferecendo uma abordagem prática e imersiva para o estudo das temáticas físico-naturais do espaço geográfico. Este manual, ao detalhar cada etapa de construção, instalação e uso da caixa, tem como objetivo facilitar a aplicação dessa ferramenta inovadora em diversos contextos escolares, capacitando professores e alunos a explorarem novos horizontes no aprendizado geográfico.

A Caixa de Areia 3.0 vai muito além de um modelo estático de relevo. Com a integração de tecnologias como sensores Kinect, sistemas de nebulização e miniventiladores, ela permite simular uma variedade de fenômenos geográficos, desde a formação de montanhas e rios até a dinâmica das correntes oceânicas e os processos atmosféricos. Essa experiência prática enriquece o aprendizado, transformando conceitos abstratos em vivências concretas e interativas. Ao oferecer uma maneira mais sensorial e colaborativa de explorar a geografia, a caixa engaja os estudantes, promovendo uma aprendizagem ativa e centrada no aluno.

Este manual busca servir como um guia prático, detalhando não apenas a montagem e a manutenção da caixa, mas também fornecendo sugestões de uso pedagógico, adaptáveis à realidade de cada sala de aula. Com as instruções e recomendações aqui presentes, os educadores têm a oportunidade de criar ambientes de ensino dinâmicos, onde o conhecimento é construído em conjunto e a experimentação é estimulada. A flexibilidade da Caixa de Areia 3.0 permite que os professores ajustem suas práticas, criando atividades que dialogam com os diferentes temas curriculares e exploram as potencialidades desse recurso didático.

No entanto, é importante lembrar que a introdução de tecnologias educacionais como a Realidade Aumentada requer um compromisso contínuo com a reflexão e a adaptação pedagógica. O uso da Caixa de Areia 3.0 deve ser acompanhado de práticas que valorizem o contexto dos alunos, incentivem o pensamento crítico e promovam a conexão entre teoria e prática. Assim, a caixa não é apenas uma ferramenta visual, mas um catalisador para debates, experimentos e descobertas que aprofundam a compreensão

do espaço geográfico e sua complexidade.

Em resumo, a Caixa de Areia 3.0 com Realidade Aumentada representa uma nova maneira de ensinar e aprender Geografia, oferecendo aos estudantes uma experiência que alia tecnologia, prática e interação. Espera-se que este manual seja um ponto de partida para a exploração criativa de possibilidades educacionais, inspirando professores a inovar em suas práticas e a enriquecer as experiências de seus alunos. Que a caixa de areia se torne, portanto, um instrumento para despertar a curiosidade, promover o diálogo e construir, de forma coletiva e ativa, o conhecimento sobre o mundo que nos cerca.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Regiões de Circundesnudação Pós-Cretáceos no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v.1, p. 1-21, 1949.

ALBUQUERQUE, M. A. M.; GIORDANI, A.; GIROTTO, E. D.; SIMÕES, W.; AZEVEDO, S. C.; CARVALHO, L. E. P.; SOUZA, J. G. **Manifesto**: críticas às reformas neoliberais na educação: prólogo do Ensino de Geografia. Marília: Lutas Anticapital, 2021. v. 1. 169 p.

ARIÈS, P. **História Social da Criança e da Família**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

BELMONTE, J. L.; SÁNCHEZ, S. P.; CABRERA, A. F.; RODRÍGUEZ, J. M. R. U. Uses and integration of augmented reality in the educational cooperatives of Andalusia (Spain). **Journal of Technology and Science Education**, v. 10, n. 1, 13 f., 2020.

BORSATO, V. A. Chuvas convectivas e frontais; base metodológica. In: I Encontro Regional De Geografia Aplicada À Gestão Da Saúde e Semana Da Geografia Da Universidade Estadual De Maringá, I; XVI, **Anais...** 28 a 30 de maio de 2007, Maringá: UNEM, 13 f.

CAIXA-E-ÁGUA. **Caixa de Areia Interativa:** entendendo a água "fora da caixa" usando realidade virtual aumentada. Projeto de Pesquisa aprovado no Programa de Apoio à Produção de Material Didático para a Educação Básica - Projeto Água. 2016. Disponível em: http://caixaeagua.blogspot.com/2016/07/conheca-o-projeto-caixae-agua.html. Acesso em: 22 jul. 2023.

CALADO, L. **Dinâmica da interação da atividade de meso-escala da Corrente do Brasil com o fenômeno da ressurgência costeira ao largo de Cabo Frio e Cabo de São Tomé, RJ**. 2006. Tese (Doutorado em Oceanografia Física) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CAPEL, H. G. C. **Filosofia e ciência na Geografia Contemporânea:** uma introdução à Geografia. Volume I. Organizado por Jorge Guerra Villalobos. Maringá: Massoni, 2007. 117 p.

CARVALHO, D. de. **Methodologia do Ensino Geographico**. Petrópolis: Typographia das Vozes de Petrópolis, 1925.

CASTRO, C.; PLÁCIDO, R.; MEDEIROS, I. **Educação Tecnológica no Brasil:** a Geopolítica e a Geografia Política do processo histórico. Metodologias e Aprendizado. [S. l.], v. 6, p. 516-533, 2023. DOI: 10.21166/metapre.v6i.3983. Disponível em: https://191.52.0.34/index.php/metapre/article/view/3983. Acesso em: 13 jan. 2024.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999.

CUNHA, C. D. da *et al.* Desenvolvimento e aplicação da SandBox no Ensino de Geografia. In: Simpósio Brasileiro De Educação Em Solos, 8., 2016, São Paulo. **Anais...**. São Paulo: Humanitas, 2016. p. 39-44. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324149500_Desenvolvimento_e_aplicacao_da_Sandbox_no_ensino_de_geografia_fisica. Acesso em: 08 jan. 2021.

DEWEY, J. **Como Pensamos:** como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. São Paulo: Editora Nacional, 1979a.

DEWEY, J. **Democracia e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1979b.

DIAS, A. M. L.; PEREIRA, K. S. S.; CARVALHO, L. E. P. (Org.). **Pedagogia de projetos em Geografia:** teorias e práticas. Campina Grande: EDUFCG, 2020. 187 p.

FERREIRA, A. D. *et al.* **Detecção das interações do sistema brisa marinha/terrestre com sistemas sinóticos na costa leste de Alagoas utilizando a Transformada Wavelet**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Processos de superfície terrestre) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

FISCH, G. F.; MARENGO, J. A.; NOBRE, CARLOS. Clima da Amazônia. **Climanálise**, São José dos Campos, INPE, p. 24-41, 1996.

GABAGLIA, R. **Práticas de Geographia**. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 192-.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: RIBEIRO, M. W.; ZORZAL, E. R. **Livro do pré-simpósio**, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Computação, 2011, p. 10 – 25. Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf. Acesso em: 24 jul. 2023.

KREYLOS, O. **Augmented Reality Sandbox**. 2020. Disponível em: https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/. Acesso em: 15 mar. 2021.

LISZEWSKI, A. **Kinect Powered Sandbox Turns Hills and Valleys Into a Living Ecosystem**. 2011. Disponível em: https://gizmodo.com/kinect-powered-sandbox-turns-hills-and-valleys-into-a-l-5863801. Acesso em: 22 jul. 2023.

LIU, R. Analysis of multimedia technology and mobile learning in English teaching in colleges and universities. **Nonlinear Engineering**, v. 12, p. 1-11, 2023.

MILGRAM, P. et al. **Augmented reality:** a class of displays on the reality-virtuality *continuum.* Telemanipulator And Telepresence Technologies, v. 2351, n. 1, p. 282-292, 21 dez. 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum. Acesso em: 01 jul. 2023.

MIZUKAMI, M. da G. N. **Ensino:** as abordagens do processo. São Paulo: E.P.U. 1992.

MORAES, J. V. de. **A alfabetização científica, a resolução de problemas e o exercício da cidadania:** uma proposta para o Ensino de Geografia. 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MORAES, P. R. **Geografia geral e do Brasil**. 4ª ed. São Paulo: Harbra, 2011.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos:** novos desafios e como chegar lá. 5. ed. Campinas: Papirus, 2014.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. M. (Org.) **Metodologias ativas para uma educação**

inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; TORRES-MORALES, O. E. (Org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania:** aproximações jovens. Ponta Grossa: UEPG, 2015.

PÁSCOA, I. S. N. **Aproveitamento da energia das correntes marítimas**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Eletrotécnica) – Lisboa, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2014.

PIMENTA, S. G. Formação de professores. Saberes da docência e identidade do professor. **Nuances:** estudos sobre educação, Presidente Prudente, v. 3, n. 3, 2009. DOI: 10.14572/nuances.v3i3.50. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/50. Acesso em: 17 jan. 2024.

PRADO, P. J. P.; GRIMM, I.; ALVES, A. F. Facilitadores e obstáculos para adoção de tecnologia educacional em escolas básicas privadas no Brasil. **Revista Mosaicos Estudos em Governança, Sustentabilidade e Inovação**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 74 - 89, 2023.

PROENÇA, A. F. **Como ensinar Geographia**. São Paulo: Melhoramentos, 1928.

REGO, A. C. D.; DIAS, A. M. L.; CARVALHO, L. E. P. Recursos didáticos na Geografia escolar moderna: contribuições de Raja Gabaglia. In: PORTUGAL, Jussara Fraga; TONINI, Ivaine Maria; OLIVEIRA, Simone Santos de (Org.). **Geografia:** diálogos, reflexividades e aproximações. Curitiba: CRV, 2017. p. 95-112.

Rio Grande do Norte. Secretaria da Educação e da Cultura. **Documento curricular do Estado do Rio Grande do Norte:** Ensino Fundamental / Secretaria da Educação e da Cultura. Natal: Offset, 2018. p. 903-973. Disponível em: http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/seec/DOC/DOC000000000192020.PDF. Acesso: em 09 set. 2023.

ROSS, J. L. S. O relevo brasileiro, as superfícies de aplainamento e os níveis morfológicos. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, v. 5, p. 7-24, 1991.

ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, v. 4, p. 25-39, 1990.

SAVOVA, D. AR sandbox in educational programs for disaster response. International Conference On Cartography And Gis Proceedings, 6., 2016, Bulgaria. **Anais**…. Bulgaria, 2016. v.1-2, p. 847-858, jun. 2016.

SILVA, S. M. P. da; FAUSTINO, A. B.; SILVA, M. R. de S. A formação de recursos humanos e materiais para o Ensino de Geografia em escolas públicas com apoio de Sensoriamento Remoto (SR) e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 2, n. 1, 2012.

SILVA, J. M. **A bibliografia didática de Geografia:** história e pensamento do ensino geográfico no Brasil (1814-1930...). 2012. 414 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. DOI https://doi.org/10.14393/ufu.te.2012.54

SILVA, Rogério Oliveira da. Inovação tecnológica: uma revisão da abordagem shumpeteriana. **Revista Negócios em Projeção**, v.1 3, n. 1, 2022, p. 156-164. Disponível em: https://191.52.0.34/index.php/metapre/article/view/3983. Acesso em: 13 jan. 2024.

SUERTEGARAY, D. M. A. Perspectivas de uma Geografia pós-dicotômica: teorias, práticas e práxis. Conferência de Abertura do I Simpósio Nacional Geografia, Ambiente e Território (SIMGAT). **Anais...** Presidente Prudente, 2018.

SUERTEGARAY, D. M. A. RODRIGUES NUNES, J. O. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**, [S. l.], v. 2, n. 17, p. 11–24, 2015. Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/337. Acesso em: 24 jun. 2023.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). KOZEL, S.; MENDONÇA, F. A. **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2002.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física na Educação Básica ou o que Ensinar Sobre Natureza em Geografia.** Contribuições da Geografia Física para o Ensino de Geografia. Goiânia: Ed C & Alfa Comunicação, 2018.

TARTARUGA, I. G. P. As inovações nos territórios e o papel das universidades: notas preliminares para o desenvolvimento territorial no Estado do Rio Grande do Sul. **Textos para Discussão**, n. 81, v. 22, 2010.

TONETTO, É. P. **Las tecnologías de la comunicación e información y sus implicaciones para el aprendizaje/enseñanza de geografía en la contemporaneidad**. 231 f. 2019. Tese - (Doutorado em Geografia) – Valencia, Universidad de Valencia. Facultad de Magisterio "Àusias March". Programa de Doctorado en Didácticas Específicas. Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR

Luydh Marthnelly de Sousa é professor e pesquisador, licenciado em Geografia (2017) e mestre em Ensino de Geografia (2024), com especializações nas áreas de História, Informática e Robótica Educacional. Atua como professor na educação básica, técnica e superior, desenvolvendo práticas interdisciplinares que articulam o ensino de Geografia com tecnologias digitais, cultura maker e metodologias ativas.

Natural de Currais Novos (RN) e residente em Macaíba (RN), sua trajetória acadêmica e profissional é marcada pelo desenvolvimento de projetos de pesquisa e inovação pedagógica voltados à produção de recursos didáticos acessíveis e contextualizados. Dentre esses, destaca-se a construção da "caixa de areia", objeto central deste manual e resultado direto de sua investigação no mestrado, voltada à materialização de conceitos geográficos por meio da experimentação prática. A proposta deu origem à pesquisa desenvolvida no mestrado e foi reconhecida em feiras de educação tecnológica.

Em 2023, recebeu da Câmara Municipal de Macaíba o título de Cidadão Macaibense, em reconhecimento às contribuições educacionais e científicas voltadas à inovação no ensino público. Integra grupos de pesquisa vinculados a instituições federais e atua na formação de professores, além de desenvolver projetos ligados à sustentabilidade, segurança alimentar e tecnologias sociais.

Com experiência na elaboração e implementação de materiais pedagógicos para redes públicas e privadas, participa de grupos de pesquisa vinculados a instituições federais, contribuindo com orientações acadêmicas e ações formativas na graduação e pós-graduação. Atua também em projetos voltados à promoção da segurança alimentar e à popularização de tecnologias emergentes, como realidade aumentada e holografia, com foco na defesa da escola pública e na democratização do acesso ao conhecimento científico e tecnológico.

ISBN: 978-6-55321-002-8